

清华大学教材基金资助项目

运动生理生化

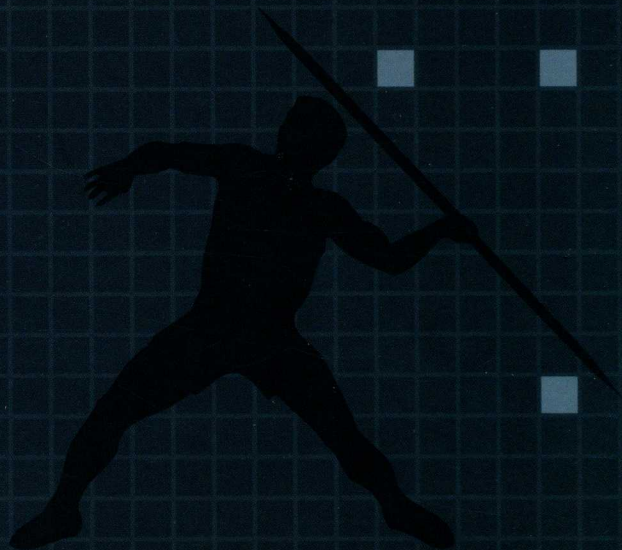
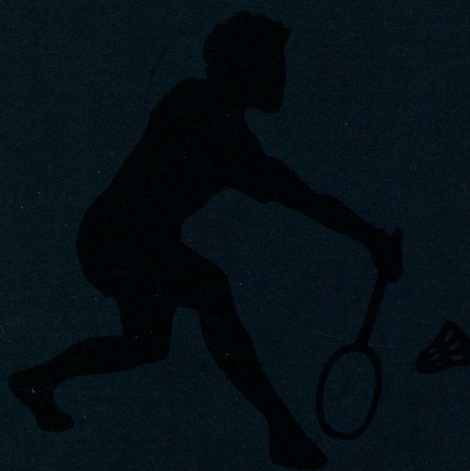
理论与应用

张冰 (美) 大卫·贝林◎主编

YUNDONG

SHENGLI SHENGHUA

LILUN YU YINGYONG



清华大学教材基金资助项目

运动生理生化理论与应用

主 编：张 冰 （美）大卫·贝林

副主编：王晓斐 张可盈 周智娟 张建华

编 委：张展嘉 蔡佳妮 郑 蔚 王 悦

王 雄 王军利 孙忠伟 周云鹤

李晓慧 郑丽君 蔡镇泽 彭 筱

北京体育大学出版社

策划编辑 木 凡
责任编辑 侯恩毅
审稿编辑 梁 林
责任校对 张春芝
版式设计 博文宏图

图书在版编目 (CIP) 数据

运动生理生化理论与应用/张冰, (美) 大卫·贝林主编.
--北京: 北京体育大学出版社, 2016.9
ISBN 978-7-5644-2421-3

I. ①运… II. ①张… ②大… III. ①运动生理学
IV. ①G804.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 243607 号

运动生理生化理论与应用

张 冰 (美) 大卫·贝林 主编

出 版 北京体育大学出版社
地 址 北京海淀区信息路 48 号
邮 编 100084
邮 购 部 北京体育大学出版社读者服务部 010-62989432
发 行 部 010-62989320
网 址 <http://cbs.bsu.edu.cn>
印 刷 北京京华虎彩印刷有限公司
开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16
成品尺寸 260 毫米×185 毫米
印 张 36.25
字 数 771 千字

2017 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

定 价 129.00 元

(本书因印制装订质量不合格本社发行部负责调换)

FOREWORD 序 言

这本教材的视角与当今这个领域的其他教材有些不同。本书直接针对这样一些本科生的需求编写，他们不是马上去读研究生继续深造，而是将成为私教，力量和体能训练专家，体适能教练，技术指导员，物理治疗师，运动训练师，健康教育工作者，健身娱乐中心指导员，或者卫生保健教育工作者和学校体育老师。

我们的目标是激发学生的学习兴趣，让他们感到学习运动生理学是一件令人兴奋的事。我们希望学生能够对身体运动的方式着迷，对身体在运动中的反应着迷。我们希望学生理解一个人如何通过锻炼提高运动成绩，以及理解身体在运动中基本的生理机制（其结构和功能会随着训练而发生适应性的变化）；并且对此产生兴趣。随着体育运动的普及，我们希望学生能够理解提高运动成绩和体能的生理学基础，此外，我们希望他们理解锻炼和体育运动在生命中的重要性 and 健康意义，同时也要关注特殊人群健身后的良好效果。

以往的经验是，本科生要把这个领域的教科书在一个学期里学习完，教师和学生的压力都很大。运动生理学的每一个主题都有很多与之相关的学术性论文和书，面对这些资料，我们要有选择性。在本书的编写过程中，尤其对细节的把控，我们需要避免增加很多高深的研究生水平的内容到书里。

很多情况下，当要求学生们开展具体训练工作的时候，他们很难做到把学习的理论与实践相结合。举个例子，一个高中跳高选手可能会问，在运动会比赛试跳前如何拉伸？或者一位学员会问他的私教，能不能通过6周的训练造就6块结实的腹肌？在这样的情况下，如何解释问题并选择合适的训练方案以及如何提供类似的指导等等，就能体现出教练个人的执教经验和训练水平。

在《运动生理生化理论与应用》一书中，围绕着诸如此类的实践问题，我们特别强调对于运动生理生化问题的基本理解。我们的目标是把运动生理学和生物化学的基本理论用于实践，这是本书的关键所在，并在此基础上去帮助学生理解实践中各种各样的问题，以寻求其正确的答案。使用一个建立在科学研究基础的观点去帮助学生发现事实真相和评估信息价值，这也是在实践中解决问题的方法。我们希望学生充分理解身体是如何适应训练和环境压力的，以此为基础去理解身体对运动压力的应激反应。

我们把这些教材中的理论概念与实际工作成果联系起来，就是为了使学生们很快地找到

他们自己所需要的知识。他们需要认识到运动生理生化理论来自于实践，他们具备这种能力以便能够在多变的工作环境里运用这些理论知识。具备了专业理论后，学生们可以更好地应对挑战，作为一个年轻学者，时刻要准备解决他们将面对的问题。

本书尤为强调，运动训练专家对核心概念理解时，要持联系的观点，尽管章节的内容各异，但是我们应互相参照，综合引用信息，而非将本书的要旨局限于某一个部分之中。例如，身体对运动适应性将贯穿于此书，并成为本书的核心，而不是把运动适应这部分内容仅限于一个单独的章节里面讲述。

我们根据学生在不同方面的兴趣，利用一些事例将不同章节里的主题整合在一起。同时把生理生化知识与具体的案例或者整体的环境联系起来论述，这样有利于学生形成长时间记忆；并不同部分作者的实践经验与案例整合起来以帮助学生学习和掌握运动生理生化理论与知识。

该书是运动人体科学专业教材，这一学科基础知识对于其他体育专业的学生奠定其专业基础是非常重要的。

我们已经在大学里教授运动生理学许多年了，希望让老师尽可能简单地使用这本教材，以此为基础来展现专家们的知识，展示他们自己教学风格。我们希望本书能提高您对这个领域的兴趣并促进进一步深入研究，并且提高学生专业知识的储备，增加有理论指导的实践。

本书特点

《运动生理生化理论与应用》包含了许多教育学方法，这将有助于提升学生记忆和运用知识的能力。在每个章节的开始部分，章节目标会突出每章的主要观点，以及在学生阅读本章内容时需要特别关注的重要信息。引言部分主要包括本章需要讨论的主题概述以及本章的主旨要点。每个章节里有很多知识库，有助于学生消除学习、理解和应用过程中的障碍。快速回顾使用简明扼要的主题叙述方法，突出重点内容。知识库提供相关主题的详细信息，部分内容超过本章实际内容的广度和高度，有助于学生扩展基础知识面。

知识库描述了学生将理论应用到实践中去时可能遇到的情况。知识库提供了热门问题的答案和可能有困难的关键问题以及争议的详细解释。知识库还提供了与本章内容相关领域专家的第一手资料，包括专家意见和观点。

最后，案例研究提供实际情景和问题，以及对情景做出解答，和需要坚持的基本原则。这将会引起学生们的讨论，扩展思路，并对问题进行更为深入的评判。在每个章节的最后，大量的复习题让学生实践和检验他们已经学到的知识，形式为填空题、多项选择题、判断题、简答题、论述题等方法。

CONTENTS 目 录

第一章	日常健身与体育运动中的应用研究	(1)
第二章	物质与能量代谢	(29)
第三章	骨骼肌系统	(79)
第四章	神经系统	(121)
第五章	心血管系统	(162)
第六章	呼吸系统	(200)
第七章	内分泌系统	(233)
第八章	运动的营养支持	(286)
第九章	运动与水盐代谢	(328)
第十章	运动环境与运动能力	(351)
第十一章	身体成分的认识与改善	(389)
第十二章	提高健康水平与运动能力的有氧和力量训练	(419)
第十三章	关于健康和运动成绩预测的运动测试	(462)
第十四章	运动机能强化剂	(504)
第十五章	特殊人群的体育锻炼	(539)

第一章 日常健身与体育运动中的应用研究

学习完本章后，你应该掌握以下知识点：

1. 描述科学研究过程。
2. 了解不同的研究类型及其分类。
3. 了解实践在有无科学指导下的区别。
4. 阅读学术论文并思考。
5. 评估信息来源。
6. 解释同行评议过程。
7. 解读和提炼研究结果。

你是否想过，“哪种形式的有氧训练最适合提高心肺机能？负重训练最好的方法是什么？在高原地区进行越野赛有什么作用？”“当采用不同形式的训练计划时肌肉发生了什么变化？或者减少体脂最有效的方法是什么？”本研究探讨的就是这些让人好奇同时值得探索的问题。

研究的目的是找到问题的答案。如果没有问题，那就没有研究的基础。其实，一些问题的答案已经存在于早期发表的学术期刊中。其他问题的答案可能需要科学家们通过进一步的实验以提供新的数据资料。研究中的新数据可以提供问题的答案并有助于加深我们对于一个问题的理解。科学研究的过程见图 1-1。

通过在学术文献中检索问题的关键词，可以找到许多答案。体育科学领域有很多学术期刊，与之相关的营养学、生理学、医学和流行病学等领域的期刊数量更多（知识库 1-1）。从事这一类型的研究需要对科研过程有基本了解并具有一定的学术论文阅读能力，本章将逐一介绍。

此外，本章还会列举我们应该避免的一些不科学的训练方法，介绍一定科学文献，总述原始调查研究的组成成分。最后，本章将介绍如何把研究成果实际应用于日常工作中。

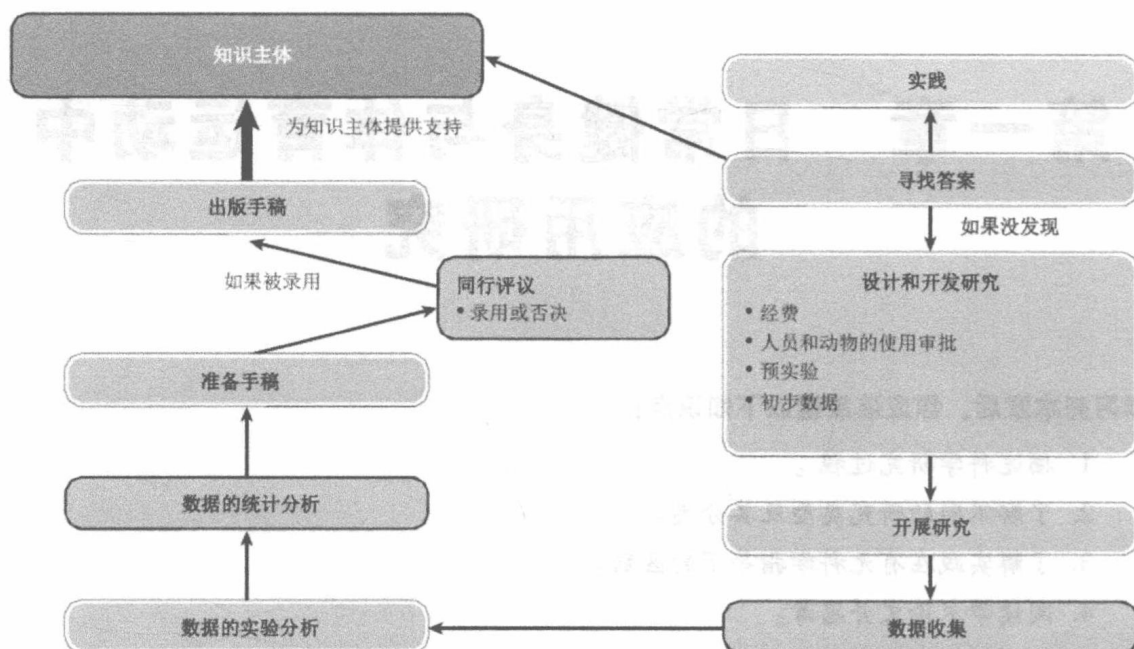


图 1-1 研究过程的基本步骤。

研究导论

科学研究是以科学指导为前提的实验活动，整个过程包括收集数据、假设检验、得出结论（图 1-1）。分析相似的实验结果，并将归纳总结得出相应结论。通过对研究积累的大量实验结果进行分析概括，从而得出事实、理论和原理。通常将研究分为两大类：基础性研究和应用性研究（知识库 1-5、1-6）。

在深入了解科学研究的过程之前，我们也应认识到科研具有一定局限性。

1. 没有所谓的完美研究。
2. 没有一项研究能够展现所有事情。
3. 每一项研究都有其特定的研究背景和潜在的限制因素，并不具有普适性。
4. 从实践应用的角度来说，很多的研究结果并不是“非黑即白”，而是介于二者之间。这就要求研究者具有开阔的思维、丰富的经验、准确的判断力和对研究结果的常识性判断来践行“专业的艺术”。

5. 大多数情况一个研究引发的问题多于它能解决的问题。

6. 对事物变化认识和新的发现可以改变很多旧有的观念与原则，从而改变对特定研究主题的探索方法（知识库 1-2、1-3）。

知识库 1-1 应用研究

体育科学类同行评议期刊:

1. 美国运动医学杂志 (*American Journal of Sports Medicine*)
2. 应用生理学、营养和新陈代谢 (*Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*)
3. 澳大利亚运动科学和医学杂志 (*Australian Journal of Science and Medicine in Sport*)
4. 英国运动医学杂志 (*British Journal of Sports Medicine*)
5. 加拿大应用生理学期刊 (*Canadian Journal of Applied Physiology*)
6. 临床运动医学杂志 (*Clinical Journal of Sport Medicine*)
7. 临床运动生理学 (*Clinical Exercise Physiology*)
8. 临床运动医学 (*Clinics in Sports Medicine*)
9. 当代运动医学报告 (*Current Sports Medicine Reports*)
10. 欧洲应用生理学 (*European Journal of Applied Physiology*)
11. 运动和体育科学研究现状 (*Exercise and Sport Sciences Reviews*)
12. 国际运动营养和运动代谢期刊 (*International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*)
13. 国际运动医学杂志 (*International Journal of Sports Medicine*)
14. 等动力学和运动科学 (*Isokinetics and Exercise Science*)
15. 应用生物力学杂志 (*Journal of Applied Biomechanics*)
16. 应用生理学杂志 (*Journal of Applied Physiology*)
17. 运动训练期刊 (*Journal of Athletic Training*)
18. 骨科及运动理疗杂志 (*The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*)
19. 体育活动与健康杂志 (*Journal of Physical Activity & Health*)
20. 运动医学杂志 (*The Journal of Sports Medicine*)
21. 运动医学和体能杂志 (*The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*)
22. 体育科学杂志 (*Journal of Sports Sciences*)
23. 力量与素质训练研究期刊 (*Journal of Strength and Conditioning Research*)
24. 运动与锻炼医学科学 (*Medicine and Science in Sports and Exercise*)
25. 运动医学和体育科学 (*Medicine and Sport Science*)
26. 儿童运动科学 (*Pediatric Exercise Science*)
27. 体育运动研究季刊 (*Research Quarterly for Exercise and Sport*)
28. 斯堪的那维亚运动医学和科学杂志 (*Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*)
29. 运动生物力学 (*Sports Biomechanics*)
30. 运动医学 (*Sports Medicine*)

知识库 1-2 应用研究

牵拉运动应该成为热身活动的一部分吗？

没有一项研究能解释其研究领域的全部内容。同时，每项研究都有特定的研究背景，即与其相关的因变量。因此，一个问题的答案可能会因为实验条件的不同而有所不同。教练和运动员多年来一直将牵拉运动作为比赛和训练前热身活动的一部分（理论上，热身活动能够减少受伤的风险，为比赛和训练做准备）。有文献显示，牵拉练习能够改善关节活动范围，但未论证牵拉运动是否应成为热身活动的一部分。

20世纪70年代至90年代，有少量研究人员质疑热身活动中柔韧性练习的作用，但最终结论还要通过实验数据来证实。随着人们对这个话题关注度逐渐提高以及此研究的易实施性，积累越来越多的研究数据，很多数据表明牵拉练习可能与降低运动损伤和提高竞技能力无关。有研究认为静态牵拉可能因减小肌力而降低运动能力，这可能与肌肉动员的降低和中枢神经系统的抑制机制有关。此外，静态牵拉和本体感受神经肌肉伸展法（PNF）还能够导致肌力的机能丧失，这是因为肌肉的弹性成分（如结缔组织）被牵拉，从而减弱了肌肉牵张-收缩循环的作用，增强了对中枢神经系统的抑制作用。

科研方法的步骤

本质上讲，科研步骤分几个阶段通过数据为问题解答提供事实依据。

1. 问题是什么。首先，科学家应该通过对某个或某类现象的观察提出问题，包括产生这些现象的原因、过程、时间、相关人群、内容等。

2. 梳理文献。科学家通过检索文献了解是否可以从已发表的大量相关资料中解决问题。

3. 建构假设。如果该问题不能被明确回答，须构造一个假设。假设就是根据文献和观察提出的逻辑推测。假设不仅要能够回答最初问题，还须通过可测变量进行反复验证。

4. 通过实验验证假设。一个设计合理的实验能够通过数据收集验证其假说的有效性。这种看似简单的实验设计，却是科学家和从事自然科学的研究生首先应该掌握的。显然，实验研究的人群或条件越特殊，在特定条件下的应用可能性越大。例如，你对哪种力量锻炼项目最适合老年男性很感兴趣，并想通过实验确定何种运动方式能最大程度地提高老年男性肌肉的绝对力量，你的受试对象就应该选择老年男性，而不是年轻男性。

5. 数据分析，得出结论。收集数据后，需对数据进行数理统计以确定该数据是否能够支持假设。实验结果可能对假设提供支持或与之矛盾，但能在一定的实验背景下回答之前提出的问题（如性别、年龄、训练条件等），并能在实践中得到运用。

6. 交流实验结果。只有研究结果发表在同行评议期刊上才能说明研究有效。同行根据精确度、解释说明、实验步骤的科学性、实验方法的合理性、数据说服力等方面对研

究做出评价（知识库 1-1）。如肌肉生理学家菲利普·高尼克（Philip Gollnick）所说，没有发表的研究就等于没做，我们可以当它不存在。

知识库 1-3 应用研究

假设检验

假设只是对一个概念或事物运行规律的猜测，理解这一点是很重要的。

对于研究中某些问题的理解是基于影响结果变量（因变量）的条件或对某种现象的测量能力。对假设的再思考围绕该问题进行备选方案的选择。在研究中，我们主要验证所谓零假设（无效假设），即事件之间没有关系，或对比之间没有差异。如果在某一条件下这种差异存在，我们则要拒绝零假设，接受这一条件下的备择假设。

假设检验是检验不同条件下备择假设的有效性。例如，摄入脂肪的同时摄入过多碳水化合物可能对人体有害，但在低碳水化合物摄入情况下，脂肪摄入并不会对人体产生负面影响。很多时候推翻经典假设是非常困难的，因为要推翻的假设是大家多年来的共识。因此，我们现在可以理解为什么外行人常常感到困惑，因为研究和建议往往存在矛盾。作为一名体育科学专家，应该了解科学发展的过程，这样才可以对科研成果的解读和概括提出见解。

不科学的研究方法

非常遗憾的是，很多时候问题的答案都是来自于不科学的研究方法。这种研究方法，有时候会产生正确的结论，但是更多时候会出现一些与事实观念不相符的结论。尽管不可能每一个结论由科学严谨的方法产生，但是研究者应该对不够科学的研究方法及其产生的错误结果有所了解。以下是一些不科学的研究方法。你会发现这些方法，在你和你的朋友、老师、教练的经历中出现过（知识库 1-4）。

直觉

直觉是指不需任何推理和思考就确定某些事情的能力。问题的解答主要是靠一种感觉或者感知获得，和以前的工作经历以及经验知识无关。某些行业，甚至科学领域，人们常靠直觉来做决定，我们也必须承认直觉只是一种猜测或假设。一个人可能对某些事物有直觉，但在很大程度上是根据自己以前的经验和对相关问题的科学理解得到的。在决策的过程中，使用直觉作为一种工具也许是一种“艺术”，但是必须确保要以事实为基础。否则，直觉会给人以错误的引导。以下是一些常见的错误直觉。

1. 我认为只需要进行单关节以负重训练。
2. 我认为在橄榄球比赛开始前吃牛排是一个不错的主意。
3. 我认为在最后一次跳高之前做静态牵拉会是不错的。

4. 我认为早晨是比赛最好的时间。
5. 我认为女性跑马拉松会很吃力。
6. 我认为女性如果举重，会变得越来越壮。
7. 我认为在长跑时不能喝太多的水。

知识库 1-4 你知道吗?

击球程序

你注意过棒球运动员击球之前所做的一系列准备活动吗? 包括挥杆练习的精确次数, 调整帽子的位置, 触摸队服上的字母, 擦一下奖章, 在胸前划十字祈祷, 最后再用球棒敲打几下垒板等。例如, 前洛杉矶 DODGER 队第一垒手 NORMAR GARCIAPARRA 每次投球之前, 会走出击球手的垒位, 调整下右臂上的臂章, 用球棒敲击几下本垒, 摸一下自己的头盔系带, 摸一下球棒的底部, 再摸一下自己的头盔系带, 做一个十字, 然后把球棒放到右肩, 用左手调整一下右手的手套, 把垒板插在土里, 右手交错地放在左手上猛拉左手手套, 这样重复很多次, 然后再多次逆时针挥动球棒。事实上, 前克利夫兰印第安的一垒手 Mike Hargrove 之所以被人们称为 “the human rain delay (人工降雨延时)”, 就是因为这一系列的击球准备动作。有人会说这种准备有迷信的色彩, 运动员却认为击打前的准备活动能够帮助他们集中注意力。由于棒球的击球一直被认为是体育中最困难的事情, 因此专注和精确是至关重要的。上述准备动作虽然没有什么科学依据, 但你会认为这些对运动表现是重要的吗?

传统观念

传统观念是指 “我们一直这样做并获得了成功的方法, 所以没有必要去改变它”。这种解决问题的方法成功与否, 取决于它所依据的事实基础。在体育运动中, 它是很常见的, 并且通常没有或者很少有负面影响。例如, 学校可能会把相同的标识置于美式橄榄球头盔上使用多年, 以作为学校传统的一部分。当某一传统太过时, 与现代科学相悖时, 新的观念便会产生。例如, 高温训练或比赛时并没有足够的间歇时间用来补水, 这是因为人们从一开始就是这么做的。我们应从科学有效性和事实依据性的角度对传统观念进行评估。以下是其他一些基于传统观点的例子。

1. 一位球员在每次主场比赛前都会触摸学校的吉祥物, 他认为这样会带来胜利。
2. 每一场比赛前都会用相同的热身方式。
3. 运动员在每次比赛前吃的食物都是一样的。
4. 间歇训练只采用一种类型。

反复试验

反复试验常用于寻找问题的答案。这种方法主要是在尝试某一方法并看它是否会达到期望的结果。在体育运动训练的很多领域，“迷你试验”（mini experiments）是一种很常见的方法。将科学事实和对于某一主题的理解相结合，是一种很有效的方法。但是，使用这种方法时必须注意，随机试验并不一定是最好的，有时候它也会出现错误。

这种方法很受欢迎是因为并非所有个体的反应都处在均值水平。因此，运动员尝试着各种不同的饮食或训练方法来看它们是否有帮助。当对于某一问题缺乏科学研究时，这种方法往往会成为人们的一种选择。为了解释实验中的“有反应者”和“无反应者”，现在许多调查研究除显示平均反应外，还显示出每一个体的反应，以便于读者可以看到个体反应的多样性（例如，图1-2）。以下是一些反复试验方法的例子。思考每件事情的事实依据，如何选择—个起点，以及用这种方法寻求答案可能会产生的一些负面影响。同时，如果不是所有个体都有相似的反应，要思考这意味着什么。

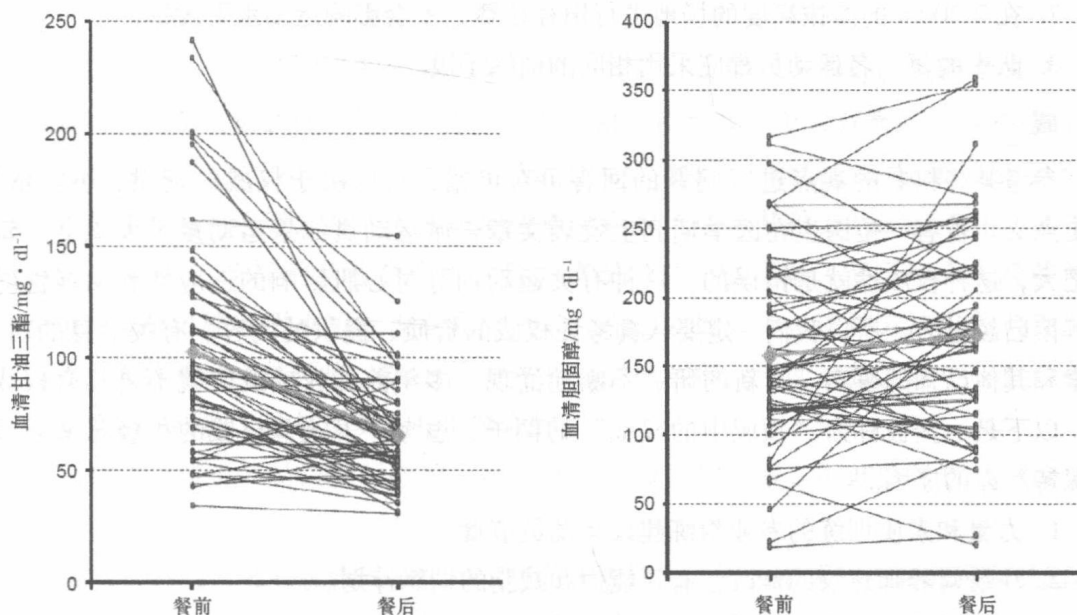


图1-2 个体对某种试验手段的反应具有一定的差异。在低碳水化合物饮食条件下，不同个体反应的差异性通过血清甘油三酯和血清胆固醇体现——有些人的血清指标会升高，有些人的指标会降低，还有一些人没有改变。◆◆代表群体的均值。

1. 尝试不同的饮食方式来看哪一种对运动员更有帮助。
2. 尝试不同的跑步速度观察心率是否达到运动处方的预期结果。
3. 尝试举重中不同的负重看其是否能达到运动处方要求的重复次数。
4. 尝试摄入一定量的蛋白质看其是否有助于增长肌肉。
5. 尝试不暴露的情况下，在高温环境下进行跑步。

偏 见

偏见通常被认为是一种消极的方式，因为它是一种偏好或倾向，很多时候会阻碍对一个问题的中立性的回答。建立在科学事实的基础上，会是正面积极的。相反，仅根据各种因素产生的偏见就会对决策过程产生负面影响。以下是一些偏见的例子。思考一下是否每一个例子都有其事实依据，以及如果这些偏见是错误的，各自会产生什么样的负面影响。

1. 只有男性可以参加冰球比赛。
2. 运动员应该在比赛前夜和赛前充分补水。
3. 只有这种训练方法是正确的。
4. 女性不应该进行负重训练。
5. 运动员应该更加努力。
6. 寒冷天气的影响都是大脑想象出来的。
7. 在 2 200m 的海拔高度的场地进行田径比赛，不会影响运动水平发挥。
8. 队中的每一名运动员都应采用相同的训练手段。

权 威

参考某些权威的观点进行问题的回答可对可错，这取决于权威的资质、事实依据、历史意义。曾有一位医生在医学期刊上发表文章告诫运动员如果运动量过大就会导致心脏肥大，这种权威性就是错误的。这种有关运动训练对心肌影响的适应性和功能性的信息解读已经过时。所以我们一定要认真考证权威的资质、提供的内容、有关信息的时间、线索和其他已知的事实。当新的研究不断地涌现，多年前的权威或许就不再具有权威性了。以下是一些被称为“领域中的权威”的例子。思考一下这些权威的积极意义以及需要保持严谨的原因。

1. 力量和素质训练的专业教练建议运动员节食。
2. 注册营养师建议的能改善有氧能力和减脂的训练计划。
3. 美国橄榄球名人堂的教练建议的体能训练的最佳方式。
4. 美国橄榄球名人堂的教练建议在大赛前采用最佳的动员队伍的方式。
5. 运动科学专家建议在足球比赛前运动员补水的最佳方式。
6. 足球世界杯运动员建议如何在高海拔时备战比赛。
7. 1991 年出版的有关运动科学的经典教科书。
8. 运动科学期刊在 1999 年创刊的具有较高声誉上发表的经典同行评议。
9. 你的母亲告诉你在游泳前不要吃东西。

推理法

这一方法是根据推理的方法来找到事实。推理法的有效性是依据所做假设的准确性和其事实依据。推理是作决定的一种可靠方法，但仅用推理法获取知识的方法并不十分

有效,有时会得出荒谬的结果。

这一过程的关键因素就是各种前提的真实性以及他们之间的关系。下面就是几个通过推理方法得出结论的例子,评价一下使用这一方法得出的结论是否有效。

1. 美国足球运动员一般都是很健壮的(大前提),约翰也是健壮的(小前提),因此约翰是一个足球运动员(结论)。

2. 美国橄榄球联盟的前锋体重通常都超过300lb,而吉姆在一所较小的大学做前锋并且体重只有240lb,因此吉姆不会成为国家橄榄球联盟的前锋。

3. 生长激素属于22kd多肽。血液分析表明生长激素中还有其他形式的分子重量。这表明血液中一定存在其他形式的生长激素。

4. 体重下降是摄入能量和消耗能量不均衡的结果。食用两份热量相同的食物,高蛋白、高脂肪的膳食会比高碳水化合物、低脂肪的膳食更容易减轻体重。这表明不是所有食物中热量进行代谢后都有同样的效果。

经验法

经验法是以一个人的观察和经验为基础的。当然,这种方法本身就是科学方法的一部分,因为它需要收集数据。然而,我们的观察和经验都基于个人背景,作为专业人员,对我们有效的不一定对他人有效,且不一定是他人所需要的。经验法的使用常见于运动、军事、力量和体能训练等方面,这也就是经常说到的“如果某种方法对我有用,那么它也适用于你。”其实这样的想法会产生大量的错误信息。以背景、资历和个人经验为基础,使用经验法可能有用也可能没有用。例如,在运动处方中,这种方法可能会违背专项训练和个人体能训练的原则。如下是一些经验法的实例。下面这些方法中哪些是与现实情况相符的,哪些又是与现实情况不符合的?

1. 足球教练告诉队员说在阴冷的下雨天他不穿保暖的衣服,因此队员也不用穿保暖服装。

2. 医生告诉病人在心脏康复训练中不应有负重训练,因为他无类似的行医经验。

3. 越野教练告诉她的队员,在她是一名全美职业越野跑运动员的时候,她经常进行举重练习。因此她的队员都要把举重练习作为训练计划的一部分。

4. 陆军上尉告诉他的连队说穿着靴子跑步没有任何问题,所以全部士兵都穿着靴子去跑步。

5. 高尔夫职业运动员说在高尔夫运动中不必练习举重,这样可能不利于比赛,因此他从不进行举重训练。

6. 游泳教练说他以前每天游泳20 000m,所以他的队员每天也会游泳20 000m。

虚构

虚构,即那些广为人知但是没有事实根据的事情,是另一种不科学的答案来源。一些与运动有关的虚构是为了运动产品的市场推广。从运动饮料到运动器械,与其起源、

使用和功效相关的传说都发展壮大。在优化决策和解决问题的过程中，一个重要的因素就是区分事实和虚构。总之，做决定一定要以能在文献中找到事实依据作为基础。

快速回顾

- 科学方法是根据事实依据回答研究问题的一系列步骤。
- 在训练和体育科学领域，很多问题的答案源于不科学的方法。
- 在运动和体育科学领域内，区分有事实依据的科学方法和不科学的方法对优化训练方法和决策过程是很重要的。

事实真相，理论和原则

科研过程的下一个步骤，需要研究者经过个体试验找到事实真相并建立理论和原则。事实真相是有独立思考能力的观察者经过对试验所得数据的反复思考验证而得出的。然而，事实是有背景条件的。

一些事情在某种情况下对我们是有利的，在另一些情况下可能却是不利的。例如，水是维持健康和运动能力、防止脱水的必需物质。但是，在长距离比赛前、中、后喝太多水对健康都是有害的。饮水过多会使体内引起低钠血症——体内电解质的稀释会影响器官的功能，甚至可能导致死亡。

理论通常是关于某个主题概念性的思想框架，是根据试验性事实所得出的。在科学领域中，理论被描述为“一种基于数据的综合性解释，被实验反复确认，并获得科学领域的普遍认可，但尚未得以精确论证。”我们通常会听到，科学理论从来不能被证实，只能被推翻。需再次强调，我们应注意背景条件。经常会有这样的情况发生：一项新的试验或发现与一条存在已久的理论相悖（如“水永远都是有益的”），这时我们需要从不同的角度去思考，至少要在一些背景条件下思考。随着事实越来越多，必须要通过修改理论来反映事实。由此可见，理论是可以改变的。

许多关于解决问题的方法和特定情境下的行为指导原则，都来源于事实和理论。原则来源于基本上不会改变的理论。那么原则的定义又是什么呢？原则指导我们应该如何做事，并解释某一生理过程的规则，或为达到某一任务最佳绩效应遵循的参考（如运动处方）。在运动科学领域，原则包括专项训练原则和循序渐进原则等。这些原则从不同角度对运动指南进行了规范。运动生理学也有很多描述功能的原则，例如内环境稳态。很多与生理和运动处方相关的专业指南都以事实为依据，这些事实来自于从能衍生出理论的研究中获取的数据，而这些理论则有助于指导原则的发展。

同理论一样，也需要修改原则以适应某一研究领域新兴事实的出现，从运动训练期间的损伤护理到运动生理学中运动对脑垂体的作用等，都是如此。

基础研究和应用研究

研究分为基础性研究和应用性研究。在运动科学领域，它们都有各自的意义。基础研究的目标是使我们更深入地了解研究中的某一问题，而不考虑这些信息将如何被具体应用。它主要是为了拓展知识而不是为了解决某个具体的、实际的问题。通常是由研究者对某个科学问题的好奇心和兴趣驱使的（知识库 1-5）。然而，它具备引导我们的生活发生革命性进展的潜力。例如，在运动对肌肉和骨骼影响的研究中，核磁共振光谱法和磁共振成像是两种最常用的成像技术。这项技术的基础研究在 20 世纪 40 年代后期就开始了，现在已普遍应用于临床检测和科学研究中。

相反地，应用研究主要是为了解决现实世界中的实际问题，而不是为了获取知识。因此可以说应用科学的目标是改善人类的处境。就体育运动而言，应用研究的目标则帮助我们了解运动的神益，指导我们如何运动以便获取更多的益处（知识库 1-6）。这是过去五十年体育科学领域中许多研究的原动力和目的。通过研究能够获得大量运动锻炼的参考指南，以帮助人们从运动中获益。

最终，科学家们在形成的贯穿基础研究和应用研究的知识体系中进行探索。一些研究开始转向对基因、细胞、分子机制方面的探索，而其他一些研究则转向应用性更强的问题。在体育科研文献中这种体系也是存在的。

科学家运用细胞生物学和分子生物学中的基础研究技术来观察和研究应用领域中的运动适应机制。例如，当耐力训练提高最大摄氧量和 10km 跑成绩时，其细胞学和生理学机制是什么呢？基础研究技术便用于研究发生这些现象的机制。对于基础研究的科学家来说，这个挑战的有趣之处就在于，如何把基础研究理论转化成应用科学里最有效的训练方式来展现。如果运动处方是没有效果的，那么在细胞水平研究它的作用将是毫无意义的。因此，基础研究中的训练计划对建立一项研究的外部有效性和重要性来说十分重要。

例如，如果研究者研究耐力训练对于细胞的影响，但不知道怎么设计有效的有氧耐力训练计划来提高 10km 跑成绩。如果选择一个没有效果的训练计划，这将导致 10km 跑的成绩没有变化或变化很小，同时细胞也没有发生任何变化。研究的结论将会是耐力训练没有引起细胞变化，而事实上却是由于选择的计划没有效果。研究的结论因此是“这个有氧耐力训练计划对 10km 跑是无效的，细胞也没有发生变化”。这提醒我们阅读一篇研究报告时关注研究背景是非常重要的。

每一项研究都会提高我们对于问题的认识，但是必须以科学的方法注意它所发生的情境。例如，如果训练是以提高细胞的适应性来提高 10km 跑的成绩为目标，那么没有人会制定一个低强度的有氧耐力训练计划。图 1-3 是运动和体育科学研究的上行和下行调控因子。在剧烈运动或训练时，对于运动处方类型的选择会影响训练效果。如运动能力和生理系统适应性的提高能够改善运动表现。因此，基础研究者了解理论如何在应用中指导实践是非常重要的，反之亦然。